

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-177523

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

H04L 12/18

H04L 12/66

(21)Application number : 11-357713

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 16.12.1999

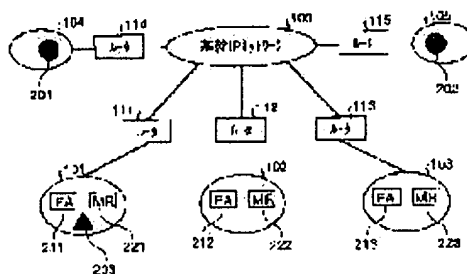
(72)Inventor : ISHIBASHI KOICHI
KITAICHI RYUICHI

(54) MULTICAST COMMUNICATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a multicast communication method capable of realizing efficient IP multicast communication even in an IP mobility environment.

SOLUTION: A transmission host 202 transmits multicast data to a multicast group as a multicast IP datagram including an UDP frame. A mobile host 203 registers a multicast group made to correspond to the host 203, a self-IP address, etc., in the multicast router 221 of a subnetwork 101 where the host 203 itself is located as registration information. The router 221 transfers the multicast data included in the multicast IP datagram as a unicast IP datagram including a TCP frame on the basis of the registration information registered in the router 221 in the case of receiving the multicast IP datagram.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.03.2003
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] abandonment
 [Date of final disposal for application] 18.01.2006
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-177523

(P2001-177523A)

(43) 公開日 平成13年6月29日(2001.6.29)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 L 12/18

12/66

識別記号

F I

H 0 4 L 11/18

11/20

テーマコード(参考)

5 K 0 3 0

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-357713

(22) 出願日

平成11年12月16日(1999.12.16)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 石橋 孝一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 北市 隆一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

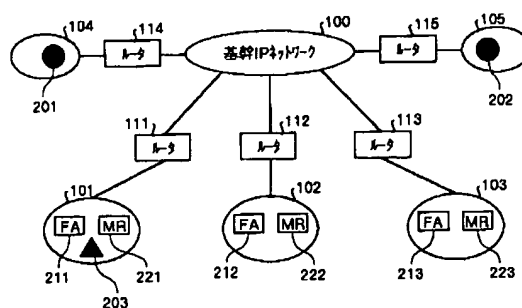
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャスト通信方法

(57) 【要約】

【課題】 IPモビリティ環境においても、効率的なIPマルチキャスト通信を実現することが可能なマルチキャスト通信方法を得ること。

【解決手段】 送信ホスト202は、マルチキャスト・データをマルチキャスト・グループ宛に、UDPフレームを含んだマルチキャストIPデータグラムとして送信する。移動ホスト203は、自己が位置するサブネットワーク101のマルチキャスト・ルータ221に、移動ホスト203に対応づけたマルチキャスト・グループと自己のIPアドレス等を登録情報として登録する。マルチキャスト・ルータ221は、上記したマルチキャストIPデータグラムを受信した際に、マルチキャスト・ルータ221に登録された登録情報に基づいて、マルチキャストIPデータグラムに含まれるマルチキャスト・データを、TCPフレームを含んだユニキャストIPデータグラムとして転送する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 相互に接続されたサブネットワークを介して、送信ホストから複数の受信ホストへマルチキャスト・データ転送をおこなうマルチキャスト通信方法において、

前記送信ホストは、マルチキャスト・データをマルチキャスト・グループ宛に、UDP (User Datagram Protocol) フレームを含んだマルチキャストIPデータグラムとして送信し、

前記受信ホストは、当該受信ホストが位置するサブネットワークのマルチキャスト・ルータに、当該受信ホストに対応づけたマルチキャスト・グループと自己のIP (Internet Protocol) アドレス等を前記受信ホストの登録情報として登録し、

前記マルチキャスト・ルータは、前記マルチキャストIPデータグラムを受信した際に、当該マルチキャスト・ルータに登録された前記登録情報に基づいて転送先となる受信ホストを決定し、決定した受信ホストへ、前記マルチキャストIPデータグラムに含まれるマルチキャスト・データを、TCP (Transmission Control Protocol) フレームを含んだユニキャストIPデータグラムとして転送することを特徴とするマルチキャスト通信方法。

【請求項2】 前記送信ホストは、送信する前記マルチキャストIPデータグラムに、当該マルチキャストIPデータグラムに含まれるマルチキャスト・データのシーケンス番号を付加することを特徴とする請求項1に記載のマルチキャスト通信方法。

【請求項3】 前記受信ホストは、前記サブネットワーク間を移動する移動ホストであり、当該移動ホストが第1のサブネットワークから第2のサブネットワークに移動した際に、前記第2のサブネットワークに属する第2のマルチキャスト・ルータに対し、当該移動ホストに対応づけたマルチキャスト・グループと自己のIPアドレスとの登録を要求するためのメッセージを送信し、

前記メッセージは、前記第1のマルチキャスト・ルータに対して、当該第1のマルチキャスト・ルータに保持されている前記移動ホスト宛のデータグラムを前記第2のマルチキャスト・ルータに転送する要求を示していることを特徴とする請求項1または2に記載のマルチキャスト通信方法。

【請求項4】 前記移動ホストは、現在の位置情報とともに、当該移動ホストの前記登録情報とマルチキャスト・ルータのIPアドレス等の情報とを格納したレジストレーション・メッセージを、前記サブネットワークのフォーリン・エージェントに送信し、

前記フォーリン・エージェントは、前記レジストレーション・メッセージを受信して、当該レジストレーション・メッセージから前記登録情報を取り除いた新たなレジ

ストレーション・メッセージをホーム・エージェントに送信するとともに、前記マルチキャスト・ルータのIPアドレスに基づいて決定されるマルチキャスト・ルータに前記登録情報を登録することを特徴とする請求項3に記載のマルチキャスト通信方法。

【請求項5】 前記移動ホストは、サブネットワーク間を移動した際に、現在の位置情報の登録とともに、移動後のサブネットワークのマルチキャスト・ルータに対し、前記登録情報の登録をおこなうことを特徴とする請求項3または4に記載のマルチキャスト通信方法。

【請求項6】 前記受信ホストまたは移動ホストは、前記マルチキャスト・ルータに前記登録情報とともに、当該マルチキャスト・ルータにおいて受信されるマルチキャスト・データに対する通信品質の基準値を登録し、前記マルチキャスト・ルータは、前記マルチキャスト・データを受信した際に前記通信品質を測定し、測定した通信品質が前記基準値に満たない場合に、受信したマルチキャストを廃棄することを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載のマルチキャスト通信方法。

【請求項7】 前記受信ホストまたは移動ホストは、前記通信品質の基準値として許容揺らぎ時間を採用し、前記マルチキャスト・ルータは、前記マルチキャスト・データを受信した際の受信時間を記憶するとともに、当該受信時間と、前回のマルチキャスト・データの受信の際に記憶された受信時間との差分を演算し、演算した差分が前記許容揺らぎ時間を超えた場合に、受信したマルチキャストを廃棄することを特徴とする請求項6に記載のマルチキャスト通信方法。

【請求項8】 前記受信ホストまたは移動ホストは、前記通信品質の基準値として許容揺らぎ時間を採用し、前記送信ホストは、前記マルチキャストIPデータグラムにタイムスタンプ値を付加して送信し、前記マルチキャスト・ルータは、前記マルチキャストIPデータグラムのマルチキャスト・データを受信した際に前記タイムスタンプ値により示される送信時間を記憶するとともに、当該送信時間と、前回のマルチキャスト・データの受信の際に記憶された送信時間との差分を演算し、演算した差分が前記許容揺らぎ時間を超えた場合に、受信したマルチキャストを廃棄することを特徴とする請求項6に記載のマルチキャスト通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、通信をおこなうながらサブネットワーク間を移動できる移動ホストを受信ホストとすることが可能なマルチキャスト通信方法に関し、特に、その移動ホストが、マルチキャスト・ルータ間を移動してマルチキャスト・データを受信するためのマルチキャストIP (Internet Protocol) データグラムの転送制御をおこなうマルチキャスト通信方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】複数のサブネットワークが相互に接続されることで構築された広範なネットワークにおいて、マルチキャスト通信を実現するための技術、すなわち、同一のデータを特定の複数の受信ホストに対して転送するための手段として、IETF (Internet Engineering Task Force: インターネット技術標準化委員会) 等は、IPマルチキャストの採用を検討している。

【0003】たとえば、マルチキャスト通信に参加する受信ホストの管理は、上記したIETFにおいて、公式文書RFC (Request for Comment) 1112として公開されたIGMP (Internet Group Management Protocol) にしたがっておこなわれる。このIGMPによれば、マルチキャスト通信に参加する受信ホストは、その受信ホストが位置するサブネットワーク内においてマルチキャスト通信を提供するためのマルチキャスト・ルータに対し、受信を要求するマルチキャスト・グループの識別子 (マルチキャスト・グループ・アドレス) を登録することとしている。

【0004】しかしながら、上記したIGMPのもとにおけるインターネットプロトコル (以下、IPと称する) を用いたIPマルチキャストの通信方式では、ベストエフォート型のサービスを想定しており、データ転送時に誤ったデータグラムの再送を考慮していない。よって、このIPマルチキャストの通信方式は、回線ビットエラー率が低く、誤ったデータグラムが受信ホストに転送される可能性の低い有線通信に適している。しかしながら、無線通信チャネルによりネットワークに接続される移動ホストが、マルチキャストIPデータグラムの受信ホストとなる際には、有線区間の伝送路の特徴と無線区間の伝送路の特徴とは著しく異なっていることと、無線区間是有線区間に比べ高い回線ビットエラー率を有していることから、誤ったデータグラムの受信に対し、アプリケーションがデータグラムの再送をおこなう必要がある。

【0005】そこで、誤ったデータグラムの再送を考慮したマルチキャスト通信方式として、受信データグラムに誤りを検出した受信ホストがその応答として送信局に対し、誤ったデータグラムの番号を記したNAK (Negative Acknowledgement: 否定応答) を返送することで、再送要求をおこなう方法が知られている。

【0006】このような誤ったデータグラムの再送を考慮したマルチキャスト通信方式として、たとえば、特開平11-46161号公報に「無線マルチキャストデータ転送方法」が開示されている。この「無線マルチキャストデータ転送方法」によれば、送信局がマルチキャストデータ転送をおこなう際に、受信局群を相互に送受信

可能な局どうしてグループ化し、各グループから代表局を1局ずつ選出する。

【0007】そして、送信局は、一連のマルチキャストデータを送信後、各グループに対してポーリングをおこない、ACK (Acknowledgement: 肯定応答) を代表局にのみ返信させ、グループ内の他の受信局は代表局が返信した応答をモニタし、自局の受信結果から判断して再送を要求があるときにのみ送信局にNAKを返信し、送信局はNAKが返信されたときに要求されたデータフレームのみを再送する。そして、再送終了後にポーリングを再開してACKのみが返信された場合につぎのグループのポーリングをおこない、送信局は、最後のグループからACKが返信された時点でマルチキャストデータ転送を完了する。

【0008】これにより、上記した「無線マルチキャストデータ転送方法」は、高い信頼性を提供しつつ送達確認をおこなうための時間の短縮により効率の高いマルチキャストデータ転送を可能としている。

【0009】他方、通信をおこないながらサブネットワーク間を移動できる移動ホストをサポートするネットワークが知られている。たとえば、上記したIETFにおいて公開されているRFC2002は、「IPモビリティ」をサポートしている。このRFC2002によるIPモビリティ・ネットワークでは、移動ホストをサポートするサブネットワークに、移動ホストを介助するための、エージェントと呼ばれるノードが配置され、かつ各移動ホストに対してホーム・エージェントと呼ばれる特別なエージェントが定義される。

【0010】そして、各移動ホストは、上記したホーム・エージェントに対して必ず現在の位置情報を登録しておく。また、移動ホストの位置情報は、現在位置するサブネットワークのエージェント (フォーリン・エージェントと呼ばれる) にも登録される。各移動ホストは、現在の位置に依存しない不変の識別子 (IPアドレス) を持ち、この識別子を用いてホームエージェントに管理される。

【0011】図10は、このようなIPモビリティ・ネットワークの概略構成を示す図である。図10に示すIPモビリティ・ネットワークは、基幹ネットワークとなるIPネットワーク901と、サブネットワーク902、903および904とを有しており、特に移動ホスト909がサブネットワーク903からサブネットワーク904に移動する場合を示している。よって、図10においては、移動ホスト909が、現在の位置情報を、ホーム・エージェント905と現在位置しているサブネットワーク903内のフォーリン・エージェント906とに登録し、移動後においてはフォーリン・エージェント907に登録する。

【0012】ここで、図10に示すようなIPモビリティを提供するネットワークに、上述したマルチキャスト

通信を適用する一つの方式として、各移動ホストのホーム・エージェントと各移動ホストとの間に双方向トンネルと呼ばれる論理的なチャネルを用意し、マルチキャスト・パケットをユニキャスト・パケットにカプセル化して転送する方法(転送参加方法)がある。

【0013】また、他の方式として、移動ホストが固定ホストと同様の形態で移動先にて直接マルチキャスト・パケットを受信する方法(直接参加方法)もある。この方式では、移動ホストは、移動先のサブネットワーク内に位置するマルチキャスト・ルータに対して、受信を要

10 求するマルチキャスト・グループの識別子(マルチキャスト・グループ・アドレス)を登録する。

【0014】また、上記した転送参加方法および直接参加方法を組み合わせたマルチキャスト通信方法として、特開平10-243010号の公報に「移動ホストのマルチキャスト通信方法」が開示されている。この「移動ホストのマルチキャスト通信方法」によれば、マルチキャスト・グループの性質に合わせて直接参加法と間接参加法とを適切に使い分け、参加資格を持つ移動ホストのマルチキャスト・グループへの参加を可能としている。

20 【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した特開平11-46161号公報に開示の「無線マルチキャストデータ転送方法」では、送信局のカバーするエリア内の無線マルチキャスト・データ転送に対してはデータ転送効率の低下を防止しているが、送信ホストと受信ホスト間にマルチキャスト・ルータやIPネットワークが介在するネットワークにおいては、データ転送効率の低下を避けられないという問題がある。一方、上述したIPモビリティをサポートする各マルチキャスト通信

30 方法においては、まず、上記した直接参加方法によるマルチキャスト通信では、マルチキャスト通信のメリットであるトラヒックの削減効果が損なわれるという問題が生じる。

【0016】また、上記した転送参加方法によるマルチキャスト通信では、移動ホストがサブネットワーク間を移動した際には、移動ホストが移動先のサブネットワークにて、移動後の位置情報の登録やマルチキャスト・ルータへの登録等の処理が必要となり、そのような処理に要する時間の間に転送されるマルチキャストIPデータ

40 グラムを受信できないという問題が生じる。

【0017】また、上記した特開平10-243010号公報に開示の「移動ホストのマルチキャスト通信方法」では、マルチキャスト・グループの性質に合わせて移動ホストの参加を制限する方法を示しているが、データ転送効率に関しては何ら述べられていない。

50 【0018】さらに、このようなIPモビリティをサポートする各マルチキャスト通信方法において、移動ホストにおいては、モビリティを管理するための情報とマルチキャスト・グループへの登録を管理するための情報を

別々のIPデータグラムにて送受信しなければならず、回線帯域の浪費を招くという問題が生じている。

【0019】また、移動ホストがサブネットワークを移動したことの検出と、その移動にともなって必要とされるマルチキャスト・ルータの検出とを別々におこなっているため、移動ホストがマルチキャスト・ルータ間の移動の検出をおこなうのに時間を要するという問題がある。一方、信頼性のあるデータ転送よりも遅延に対して厳しく要求するアプリケーションのもとで通信をおこなう場合にも、そのようなアプリケーションは、一定時間以上の遅延を有するマルチキャストIPデータグラムが移動ホストに転送される際に、受信したそのIPデータグラムを廃棄してしまうため、IPデータグラムの再送が必要となり、これは回線帯域の浪費という問題となる。

【0020】この発明は上記問題点を解決するためになされたもので、無線通信チャネルを介してネットワークに接続される移動ホストが、通信中にサブネットワーク間を移動するIPモビリティ環境においても、効率的なIPマルチキャスト通信を実現することが可能なマルチキャスト通信方法を得ることを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかるマルチキャスト通信方法にあつては、相互に接続されたサブネットワークを介して、送信ホストから複数の受信ホストへマルチキャスト・データ転送をおこなうマルチキャスト通信方法において、前記送信ホストは、マルチキャスト・データをマルチキャスト・グループ宛に、UDP(User Datagram Protocol)フレームを含んだマルチキャストIPデータグラムとして送信し、前記受信ホストは、当該受信ホストが位置するサブネットワークのマルチキャスト・ルータに、当該受信ホストに対応づけたマルチキャスト・グループと自己のIP(Internet Protocol)アドレス等を前記受信ホストの登録情報として登録し、前記マルチキャスト・ルータは、前記マルチキャストIPデータグラムを受信した際に、当該マルチキャスト・ルータに登録された前記登録情報に基づいて転送先となる受信ホストを決定し、決定した受信ホストへ、前記マルチキャストIPデータグラムに含まれるマルチキャスト・データを、TCP(Transmission Control Protocol)フレームを含んだユニキャストIPデータグラムとして転送することを特徴とする。

【0022】この発明によれば、マルチキャスト・ルータが、IPデータにUDPを採用したマルチキャストIPデータグラムを受信して一旦蓄積し、受信ホストに対して、そのマルチキャストIPデータグラムを、IPデータにTCPを採用したユニキャストIPデータグラムとして転送するので、受信ホストとマルチキャスト・ル

ータ間でのデータ通信をTCP手順に従っておこなうことができる。

【0023】つぎの発明にかかるマルチキャスト通信方法にあっては、上記の発明において、前記送信ホストが、送信する前記マルチキャストIPデータグラムに、当該マルチキャストIPデータグラムに含まれるマルチキャスト・データのシーケンス番号を付加することを特徴とする。

【0024】この発明によれば、送信ホストが送信するマルチキャストIPデータグラムにシーケンス番号を付加するので、受信ホストにおいて、このシーケンス番号を検出することにより、マルチキャストIPデータグラムの損失等を知得することができる。

【0025】つぎの発明にかかるマルチキャスト通信方法にあっては、上記の発明において、前記受信ホストが、前記サブネットワーク間を移動する移動ホストであり、当該移動ホストが第1のサブネットワークから第2のサブネットワークに移動した際に、前記第2のサブネットワークに属する第2のマルチキャスト・ルータに対し、当該移動ホストに対応つけたマルチキャスト・グループと自己のIPアドレスとの登録を要求するためのメッセージを送信し、前記メッセージは、前記第1のマルチキャスト・ルータに対して、当該第1のマルチキャスト・ルータに保持されている前記移動ホスト宛のデータグラムを前記第2のマルチキャスト・ルータに転送する要求を示していることを特徴とする。

【0026】この発明によれば、受信ホストが移動ホストであり、データの通信中にサブネットワーク間を移動する際には、移動先のマルチキャスト・ルータが以前のマルチキャスト・ルータに対して、以前のマルチキャスト・ルータ宛に送信されたデータグラムの転送を要求するので、移動ホストの移動に伴うデータ紛失を低減させることができる。

【0027】つぎの発明にかかるマルチキャスト通信方法にあっては、上記の発明において、前記移動ホストが、現在の位置情報とともに、当該移動ホストの前記登録情報とマルチキャスト・ルータのIPアドレス等の情報とを格納したレジストレーション・メッセージを、前記サブネットワークのフォーリン・エージェントに送信し、前記フォーリン・エージェントが、前記レジストレーション・メッセージを受信して、当該レジストレーション・メッセージから前記登録情報を取り除いた新たなレジストレーション・メッセージをホーム・エージェントに送信するとともに、前記マルチキャスト・ルータのIPアドレスに基づいて決定されるマルチキャスト・ルータに前記登録情報を登録することを特徴とする。

【0028】この発明によれば、受信ホストが移動ホストである際に、現在の位置情報をモビリティ・エージェント（ホーム・エージェントとフォーリン・エージェント）に登録するためのレジストレーション・メッセージ

に、マルチキャスト・ルータに対するマルチキャスト・データの受信を要求する情報を含めるので、ホーム・エージェントとフォーリン・エージェントに位置情報を登録するためのメッセージとマルチキャスト・ルータにマルチキャスト・データの受信を要求するメッセージを一つのレジストレーション・メッセージでおこなうことができる。

【0029】つぎの発明にかかるマルチキャスト通信方法にあっては、上記の発明において、前記移動ホストが、サブネットワーク間を移動した際に、現在の位置情報の登録とともに、移動後のサブネットワークのマルチキャスト・ルータに対し、前記登録情報の登録をおこなうことを特徴とする。

【0030】この発明によれば、受信ホストである移動ホストが、サブネットワーク間の移動を検出した際に、現在の位置情報の再登録とともに、移動後のマルチキャスト・ルータへ直接に登録情報の登録をおこなうので、移動後のマルチキャスト・ルータのマルチキャスト・グループ等を迅速に再登録することが可能になる。

【0031】つぎの発明にかかるマルチキャスト通信方法にあっては、上記の発明において、前記受信ホストまたは移動ホストが、前記マルチキャスト・ルータに前記登録情報とともに、当該マルチキャスト・ルータにおいて受信されるマルチキャスト・データに対する通信品質の基準値を登録し、前記マルチキャスト・ルータが、前記マルチキャスト・データを受信した際に前記通信品質を測定し、測定した通信品質が前記基準値に満たない場合に、受信したマルチキャストを廃棄することを特徴とする。

【0032】この発明によれば、受信ホストまたは移動ホストが、マルチキャスト・ルータに登録情報を登録する際に、登録情報に含まれるマルチキャスト・グループ等に対する通信品質の基準値も併せて登録するので、マルチキャスト・ルータはこのした通信品質の基準値を満たすマルチキャスト・データのみを受信ホストに転送することが可能となる。

【0033】つぎの発明にかかるマルチキャスト通信方法にあっては、上記の発明において、前記受信ホストまたは移動ホストが、前記通信品質の基準値として許容揺らぎ時間を採用し、前記マルチキャスト・ルータが、前記マルチキャスト・データを受信した際の受信時間を記憶するとともに、当該受信時間と、前回のマルチキャスト・データの受信の際に記憶された受信時間との差分を演算し、演算した差分が前記許容揺らぎ時間を超えた場合に、受信したマルチキャストを廃棄することを特徴とする。

【0034】この発明によれば、マルチキャスト・ルータが、上記した通信品質の検出結果によるマルチキャストの廃棄判断を、連続したマルチキャストIPデータグラムの受信時間に基づいておこなうので、一定以上の遅

延時間を有して受信されたマルチキャストIPデータグラムを検出することができる。

【0035】つぎの発明にかかるマルチキャスト通信方法にあっては、上記の発明において、前記受信ホストまたは移動ホストが、前記通信品質の基準値として許容揺らぎ時間を採用し、前記送信ホストが、前記マルチキャストIPデータグラムにタイムスタンプ値を付加して送信し、前記マルチキャスト・ルータが、前記マルチキャストIPデータグラムのマルチキャスト・データを受信した際に前記タイムスタンプ値により示される送信時間を記憶するとともに、当該送信時間と、前回のマルチキャスト・データの受信の際に記憶された送信時間との差分を演算し、演算した差分が前記許容揺らぎ時間を超えた場合に、受信したマルチキャストを廃棄することを特徴とする。

【0036】この発明によれば、送信ホストより送信されるマルチキャストIPデータグラムにタイムスタンプ値を付加し、マルチキャスト・ルータが、上記した通信品質の検出結果によるマルチキャストの廃棄判断を、上記したタイムスタンプ値に示された送信時間に基づいておこなうので、一定以上の遅延時間を有して送信されたマルチキャストIPデータグラムを検出することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下に、この発明にかかるマルチキャスト通信方法の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0038】実施の形態1。まず、実施の形態1にかかるマルチキャスト通信方法について説明する。図1は、実施の形態1にかかるマルチキャスト通信方法を説明するためのネットワーク構成を示す図であり、特に、相互に接続されたサブネットワークを介して、送信ホストから複数の受信ホストへマルチキャスト・データ転送をおこなうネットワークを示したものである。

【0039】図1に示すネットワークは、基幹IPネットワーク100とサブネットワーク101、102、103、104および105を有している。そして、サブネットワーク101、102、103、104および105は、それぞれルータ111、112、113、114および115を介して基幹IPネットワーク100に接続されている。また、サブネットワーク101、102および103は、それぞれフォーリン・エージェント211、212および213とマルチキャスト・ルータ221、222および223を有している。また、サブネットワーク104は、ホーム・エージェント201を有しており、サブネットワーク105は、マルチキャスト・データを送信する送信ホスト202を有している。

【0040】この実施の形態1では、特に、受信ホストを、各サブネットワーク間を移動可能な移動ホストとし

た場合についてのマルチキャスト通信方法を説明し、図1においては、初期状態として、移動ホスト203がサブネットワーク101に位置した状態を示している。なお、移動ホスト203にIPモビリティを提供するホーム・エージェントは、サブネットワーク104に位置するホーム・エージェント201である。

【0041】ここで、移動ホスト203は、マルチキャスト・ルータ221に対して、受信したマルチキャスト・データがマルチキャスト・グループIPmulticastAddress-1に対するものである場合に、そのマルチキャスト・データを自己の移動ホスト203に送信する旨を登録している。そして、マルチキャスト・ルータ221は、このマルチキャスト・データの登録状態を示したエントリ・テーブルを保持している。図2は、マルチキャスト・ルータ221に保持されるエントリ・テーブルを示した図である。

【0042】図2に示すように、エントリ・テーブルは、マルチキャスト・グループの識別子、登録ホストおよび属性の項目から構成されており、上記状態においては、各項目に順に、マルチキャスト・グループIPmulticastAddress-1、移動ホスト203、リザーブが登録されている。なお、ここで登録ホストは、ネットワーク上において固有な識別子であるIP(Internet Protocol)アドレスとして登録される。

【0043】この状態において、送信ホスト202が、上記したマルチキャスト・グループIPmulticastAddress-1宛のマルチキャスト・データをマルチキャストIPデータグラムとして同報発信、すなわちIPマルチキャスト送信を実行する。なお、このマルチキャストIPデータグラムは、従来のIPマルチキャストと同様に、IPデータにUDP(User Datagram Protocol)を用いたフレームとして送信される。そして、マルチキャスト・ルータ221は、上記したマルチキャスト・グループIPmulticastAddress-1宛のマルチキャストIPデータグラムを受信すると、そのUDPフレーム内のデータ部をマルチキャスト・ルータ221内のバッファに蓄積する。

【0044】つづいて、マルチキャスト・ルータ221は、バッファに蓄積したデータ部をTCP(Transmission Control Protocol)フレームに含め、IPデータにTCPを用いたユニキャストIPデータグラムとして移動ホスト203宛に転送する。すなわち、マルチキャスト・ルータ221と移動ホスト203間でのデータ通信は、TCP手順のもとでおこなわれ、データ誤りやデータ損失に対するリカバリもまた、そのTCP手順にしたがっておこなうことができる。これにより、上記したようなデータのリカバリは、マルチキャスト・ルータ221と移動ホスト203

間を接続する通信経路のみを用いておこなうことができる。

【0045】なお、図1においては、各サブネットワーク内のフォーリン・エージェントとマルチキャスト・ルータを別装置として示しているが、これら各機能を有する一体の装置を用いることもできる。

【0046】以上に説明したとおり、実施の形態1にかかるマルチキャスト通信によれば、送信ホスト202がUDPフレームとして送信したマルチキャスト・データを、マルチキャスト・ルータ221がTCPフレームのユニキャストIPデータグラムとして宛先となる移動ホスト203に転送するので、データリカバリ等をTCP手順によりおこなうことができ、マルチキャスト・ルータ221と移動ホスト203間以外の他のネットワーク資源を浪費することなく、かつ信頼性のあるデータ転送をおこなうことが可能となる。

【0047】実施の形態2. つぎに、実施の形態2にかかるマルチキャスト通信方法について説明する。上記した実施の形態1においては、送信ホスト202が従来のIPマルチキャストに従い、マルチキャスト・データをUDPフレームのデータ部として送信する例について述べたが、実施の形態2にかかるマルチキャスト通信方法では、送信ホスト202が、送信するマルチキャスト・データに対してシーケンス番号を付与し、そのシーケンス番号の情報をマルチキャスト・データとともに送信することを特徴としている。

【0048】図3は、従来のIP、たとえば現在一般的に使われているインターネット・プロトコル・バージョン4のIPフォーマットにおいて、IPデータ中のUDPフレーム内に、上記したシーケンス番号を格納するフィールドを設けたマルチキャスト・データ転送フォーマットを示す図である。図3に示すマルチキャスト・データ転送フォーマットでは、IPヘッダ内のプロトコル番号フィールドに、UDPを示す17を設定することにより、IPデータに用いられるプロトコルとしてUDPを採用していることが認識される。そして、このUDPフレーム内のUDPヘッダに宛先ポートを示すUDP port-1が設定され、そのUDPヘッダを格納するデータフィールドと、マルチキャスト・データを格納するフィールドとの間に、上記マルチキャスト・データに対して付与されるシーケンス番号を格納するフィールドが設けられている。

【0049】このように、UDPフレーム中に、TCPのように、マルチキャスト・データを識別するシーケンス番号を格納するフィールドを設けているため、受信ホストが、図3に示したマルチキャスト・データを受信した際に、UDPフレーム中のシーケンス番号を検出することで、IPデータグラムの紛失を容易に検出することが可能となる。また、IPアドレスの枯渇に対応するために、現在のIP(IPv4: IPバージョン4)の後

継として、IPv6(インターネット・プロトコル・バージョン6)が開発されており、上記したシーケンス番号付与の概念は、このIPv6のフォーマットにおいても適用できる。

【0050】図4は、IPv6フォーマットの受信先オプションヘッダに、上記したシーケンス番号を格納したマルチキャスト・データ転送フォーマットを示す図である。IPv6フォーマットでは、IPデータの前段のフィールドにオプションヘッダが設けられており、フラグメント、認証、暗号、経路制御(通過するルータを指定)、中継オプション(通過するルータごとに処理をおこなわせる)、受信先オプション(宛先に到着したときに処理を実行させる)等に利用することができる。

【0051】ここでは、図4に示すように、オプションヘッダを受信先オプションとして利用し、特にそのフィールドに上記したシーケンス番号を保持する。これにより、受信ホストは、図4に示したIPv6フォーマットのマルチキャスト・データに対しても、UDPフレーム中のシーケンス番号を検出することができ、IPデータグラムの紛失の検出が可能となる。

【0052】以上に説明したとおり、実施の形態2にかかるマルチキャスト通信方法によれば、IPデータとしてUDPフレームを含めたIPマルチキャスト・データにおいて、マルチキャスト・データに対するシーケンス番号を格納したフィールドを設けているので、受信ホスト側が、このIPマルチキャスト・データを受信した際に、シーケンス番号を検出することにより、IPデータグラムの紛失等を検出することができる。この検出に応じて、送信ホスト側へIPデータグラムの再送要求をおこなうことにより、IPデータグラムの受信を確実なものにすることができる。

【0053】実施の形態3. つぎに、実施の形態3にかかるマルチキャスト通信方法について説明する。上述した実施の形態1および2においては、移動ホスト203がサブネットワーク101内に位置する場合にマルチキャスト・データを受信する例について述べたが、実施の形態3にかかるマルチキャスト通信方法では、移動ホスト203がマルチキャスト・データの受信中に、サブネットワーク101からサブネットワーク102に移動した場合を説明するものである。

【0054】図5は、この実施の形態3にかかるマルチキャスト通信方法による通信のながれを説明するための説明図である。図5において、まず、移動ホスト203は、サブネットワーク102内のフォーリン・エージェント212からエージェント広告メッセージ41を受信することにより、自己がサブネットワーク102内に移動したことを認識する。この際さらに、移動ホスト203は、ホーム・エージェント201に対し、フォーリン・エージェント212を介して現在の位置情報の登録をおこなう。すなわち、移動ホスト203は、図5に示す

ように、現在の位置情報を含んだレジストレーション・リクエスト42をホーム・エージェント201宛に送信し、ホーム・エージェント201からフォーリン・エージェント212を介して、登録の完了を示すレジストレーション・レスポンス43を受信する。

【0055】また、移動ホスト203は、サブネットワーク101からサブネットワーク102への移動に伴い、移動後のサブネットワーク102に属するマルチキャスト・ルータ222に対して、マルチキャスト・グループIPmulticastAddress-1宛のマルチキャスト・データを自己の移動ホスト203に送信する旨と、移動前のサブネットワークに属するマルチキャスト・ルータ221の識別子（マルチキャスト・ルータ221のIPアドレス）と、示したマルチキャスト登録メッセージ44を送信する。

【0056】マルチキャスト・ルータ222は、上記したマルチキャスト登録メッセージ44を受信すると、そのマルチキャスト登録メッセージ44に従い、マルチキャスト・ルータ221に対し、移動ホスト203に転送すべきマルチキャスト・データをマルチキャスト・ルータ222宛に転送する旨を示したデータ転送要求メッセージ45を送信する。

【0057】マルチキャスト・ルータ221は、上記したデータ転送要求メッセージ45を受信すると、その転送要求メッセージ45に従い、移動ホスト203宛に転送するために蓄積してあるマルチキャスト・データを、IPデータにTCPを用いたユニキャストIPデータグラム46としてマルチキャスト・ルータ222宛に転送する。マルチキャスト・ルータ222は、上記したユニキャストIPデータグラム46を受信すると、送信先アドレスを移動ホスト203宛に変更した後、IPデータグラム47として移動ホスト203に転送する。

【0058】以上に説明したとおり、実施の形態3にかかるマルチキャスト通信方法によれば、移動ホスト203がサブネットワーク101からサブネットワーク102へ移動した際においても、移動後のサブネットワーク102に属するマルチキャスト・ルータ222が移動前のサブネットワーク101に属するマルチキャスト・ルータ221に対して送信されたデータの転送を要求することで、移動前のサブネットワーク101に転送されたデータを、移動後のサブネットワーク102に転送できるとともに、送信ホスト202は、これら移動ホスト203の移動を意識することなくマルチキャスト・データ48の送信をおこなうことができ、移動ホスト203がサブネットワーク間を移動することに伴うデータ損失を回避することが可能になる。

【0059】実施の形態4. つぎに、実施の形態4にかかるマルチキャスト通信方法について説明する。上述した実施の形態1～3においては、移動ホスト203は、現在の位置情報をホーム・エージェント201に登録す

るためのレジストレーション・リクエストと、マルチキャスト・ルータ221または222にマルチキャスト・グループIPmulticastAddress-1のマルチキャスト・データを移動ホスト203に送信する旨を示したマルチキャスト登録メッセージを、それぞれが任意のタイミングで送信していたが、実施の形態4にかかるマルチキャスト通信方法では、上記したレジストレーション・リクエストおよびマルチキャスト登録メッセージに代えて、マルチキャスト・ルータに、マルチキャスト・グループの識別子（マルチキャスト・グループ・アドレス）、移動ホストのIPアドレスおよびマルチキャスト・ルータのIPアドレス等の情報を格納したレジストレーション・メッセージを用いることを特徴としている。

【0060】図6は、上記したマルチキャスト用の拡張データを持つレジストレーション・メッセージのフォーマットを示す図である。図6に示すレジストレーション・メッセージのフォーマットでは、IPデータにUDPを採用し、このUDPフレーム内に、UDPヘッダについて、上記したRFC2002で規定されるデータ・フィールドと、上記したマルチキャスト・グループ・アドレス、移動ホストのIPアドレスおよびマルチキャスト・ルータのIPアドレス等の情報を格納したマルチキャスト用拡張データのフィールドが設けられている。

【0061】また、図7は、この実施の形態4にかかるマルチキャスト通信方法による通信のながれを説明するための説明図である。図7において、まず、フォーリン・エージェント211は、移動ホスト203から、図6に示したレジストレーション・メッセージ61を受信すると、受信したレジストレーション・メッセージから上記したマルチキャスト用の拡張データ部を取り除いたレジストレーション・メッセージ62、すなわちレジストレーション・リクエストをホーム・エージェント201に転送する。そして、ホーム・エージェント201は、上記したレジストレーション・メッセージ62を受信すると、そのレジストレーション・メッセージ62に従った移動ホスト203の登録処理をおこない、移動ホスト203宛にレジストレーション・レスポンス64を送信する。

【0062】また、フォーリン・エージェント211は、マルチキャスト用の拡張データから作成したマルチキャスト登録メッセージ63を、マルチキャスト用の拡張データに示されるマルチキャスト・ルータのIPアドレスに基づいて、たとえばマルチキャスト・ルータ221宛に送信する。マルチキャスト・ルータ221は、上記したマルチキャスト登録メッセージ63を受信すると、そのマルチキャスト登録メッセージ63に従った移動ホスト203の登録処理をおこなう。

【0063】なお、上記したレジストレーション・メッセージのフォーマットは、「IPモビリティ」をサポー

10

20

30

40

50

トするRFC2002に従ったものであったが、フォーリン・エージェント211からマルチキャスト・ルータ221に送信されるメッセージ・フォーマットは、RFC1112に従ったメッセージ、すなわちIGMPメッセージである。

【0064】また、マルチキャスト・ルータから送信されるIGMPメッセージは、マルチキャスト・ルータ221から直接に移動ホスト203に転送されることも可能であるし、マルチキャスト・ルータ221からフォーリン・エージェント211に転送された際に、フォーリン・エージェント211が、そのIGMPメッセージの内容を、ホーム・エージェント201から移動ホスト203に送信されるレジストレーション・レスポンス64のマルチキャスト用の拡張データに含めて、移動ホスト203へと転送することも可能である。

【0065】以上に説明したとおり、実施の形態4にかかるマルチキャスト通信方法によれば、移動ホスト203の現在の位置情報を、ホーム・エージェント201と移動後のサブネットワークに属するマルチキャスト・ルータ221とに登録するためのレジストレーション・リクエストを、一つのレジストレーション・メッセージ61の送信により実現しているため、移動ホスト203が複数のレジストレーション・リクエストを送信した場合のIPヘッダのオーバーヘッドを削減することが可能となり、また移動ホスト203とフォーリン・エージェント211との間の回線帯域の浪費や移動ホストの処理負荷の低減が可能になる。

【0066】また、移動ホスト203は、移動に伴って生じる、登録先となるマルチキャスト・ルータの変更を、移動ホスト203の現在の位置情報を管理する「IPモビリティ」手順において、位置情報の変更を検出した際に併せておこなうことが可能になる。

【0067】実施の形態5、つぎに、実施の形態5にかかるマルチキャスト通信方法について説明する。上述した実施の形態4においては、移動ホスト203が現在の位置情報をホーム・エージェント201に登録するためのレジストレーション・メッセージ61に、マルチキャスト・ルータ221への移動ホスト203の登録情報（マルチキャスト・グループのIPアドレス等）を付加する例について述べたが、実施の形態5にかかるマルチキャスト通信方法では、移動ホスト203が、マルチキャスト・ルータ221に自己の移動ホスト203の登録情報を登録する際に、マルチキャスト・データに対する通信品質を示した情報を付加することを特徴としている。

【0068】図8は、実施の形態5にかかるマルチキャスト通信方法において、上記した通信品質の情報の検出に基づく通信処理を示したフローチャートであり、特に、通信品質として連続したデータの受信間隔を意味する許容揺らぎ時間を設定した場合のマルチキャスト・ル

ータでの処理を示している。

【0069】まず、図8において、移動ホストが位置するサブネットワーク内のマルチキャスト・ルータが、マルチキャストIPデータグラムを受信すると、移動ホストにより既に通信品質、すなわち許容揺らぎ時間が登録されているかを否かを調べる（ステップS301）。ステップS301において、通信品質として、許容揺らぎ時間が登録されていない場合には、マルチキャスト・ルータによる一連の処理を終了し、必要に応じて許容揺らぎ時間の登録をおこなう。一方、ステップS301において、通信品質として許容揺らぎ時間が登録されている場合には、マルチキャスト・ルータは、マルチキャストIPデータグラムを受信した時間をTrec1として記憶する（ステップS302）。そして、以前に受信時間として記憶した時間Trec0との差Tdiffを演算し（ステップS303）、時間Trec0を上記した時間Trec1が示す値に置換する（ステップS304）。

【0070】そして、ステップS303において演算したTdiffが、許容揺らぎ時間を示すTallowを越えているかを否かを調べる（ステップS305）。ステップS305において、差Tdiffが許容揺らぎ時間Tallowを越えている場合には、受信したマルチキャストIPデータグラムを廃棄する（ステップS306）。一方、ステップS305において、差Tdiffが許容揺らぎ時間Tallowを越えていない場合には、受信したマルチキャストIPデータグラムを、その内容と受信ホストの登録情報とに従って、移動ホストへと転送する（ステップS307）。

【0071】このように、マルチキャスト・ルータは、たとえば、移動ホストが、通信中にサブネットワーク間を移動する際に、その移動に伴う位置情報の登録やマルチキャスト・ルータの変更に伴って、一時的に連続した受信データの受信間隔（受信揺らぎ時間）が大きくなった場合に、その際のマルチキャスト・データを廃棄することができる。

【0072】上記の例においては、通信品質の情報として、マルチキャスト・ルータが連続して受信するマルチキャストIPデータグラムの受信時間の差を利用したが、受信時間に代えて、送信ホストより送信されるマルチキャストIPデータグラムに付加したタイムスタンプ値を用いることも可能である。たとえば、図3に示したようなマルチキャスト・データに、タイムスタンプ値を格納するフィールドを設け、送信ホスト202が、マルチキャストIPデータグラムを送信する際に、その送信時を上記したタイムスタンプ値のフィールドに設定する。

【0073】図9は、上記したタイムスタンプ値のフィールドが設けられたマルチキャスト・データ転送フォーマットを示す図である。図9に示すマルチキャスト・デ

ータ転送フォーマットでは、実施の形態2において説明したシーケンス番号を格納するフィールドと、マルチキャスト・データを格納するフィールドとの間に、上記タイムスタンプ値のフィールドが設けられている。

【0074】以上に説明したとおり、実施の形態5にかかるマルチキャスト通信方法によれば、受信間隔が受信揺らぎ時間を超えたマルチキャストIPデータグラムを廃棄するので、特に、そのような受信揺らぎ時間を許容できないアプリケーションに対して有効になるとともに、移動ホストとマルチキャスト・ルータ間での回線帯域の浪費を回避することができる。

【0075】

【発明の効果】以上、説明したとおり、この発明によれば、マルチキャスト・ルータが、IPデータにUDPを採用したマルチキャストIPデータグラムを受信して一旦蓄積し、受信ホストに対して、そのマルチキャストIPデータグラムを、IPデータにTCPを採用したユニキャストIPデータグラムとして転送するので、受信ホストとマルチキャスト・ルータ間でのデータ通信において、TCP手順に従ったデータリカバリ等をおこなうことが可能となり、マルチキャスト通信の信頼性を向上させることができるという効果を奏する。

【0076】つぎの発明によれば、送信ホストが送信するマルチキャストIPデータグラムにシーケンス番号を付加するので、受信ホストがこのシーケンス番号をもとに、回線上でのマルチキャストIPデータグラムの損失を容易に検出することが可能になり、この検出に基づいて送信ホストに対して再送要求等をおこなうことができ、マルチキャスト通信の信頼性をより向上させることができるという効果を奏する。

【0077】つぎの発明によれば、受信ホストが移動ホストであり、データの通信中にサブネットワーク間を移動する際には、移動先のマルチキャスト・ルータが以前のマルチキャスト・ルータに対して、保持しているデータグラムの転送を要求するので、移動ホストの移動に伴うデータ紛失を低減することができるという効果を奏する。

【0078】つぎの発明によれば、受信ホストが移動ホストである際に、現在の位置情報をモビリティ・エージェント（ホーム・エージェントとフォリン・エージェント）に登録するためのレジストレーション・メッセージに、マルチキャスト・ルータに対するマルチキャスト・データの受信を要求する情報を含めるので、ホーム・エージェントとフォリン・エージェントに位置情報を登録するためのメッセージとマルチキャスト・ルータに対するマルチキャスト・データの受信を要求するメッセージを一つのレジストレーション・メッセージでおこなうことができ、IPヘッダのオーバーヘッドの重複による移動ホストとフォリン・エージェント間のトラヒックを低減することができるという効果を奏する。

【0079】つぎの発明によれば、受信ホストである移動ホストが、サブネットワーク間の移動を検出した際に、現在の位置情報の再登録とともに、移動後のマルチキャスト・ルータへ直接に登録情報の登録をおこなうので、移動後のマルチキャスト・ルータへのマルチキャスト・グループ等の再登録を敏速におこなうことが可能になるという効果を奏する。

【0080】つぎの発明によれば、受信ホストまたは移動ホストが、マルチキャスト・ルータに登録情報を登録する際に、登録情報に含まれるマルチキャスト・グループ等に対する通信品質の基準値も併せて登録するので、マルチキャスト・ルータは上記した通信品質の基準値を満たすマルチキャスト・データのみを受信ホストに転送することができ、受信ホスト等とマルチキャスト・ルータ間のトラヒックを低減することが可能になるという効果を奏する。

【0081】つぎの発明によれば、マルチキャスト・ルータが、上記した通信品質の検出結果によるマルチキャストの廃棄判断を、連続したマルチキャストIPデータグラムの受信時間に基づいておこなうので、一定以上の遅延時間を有して受信されたマルチキャストIPデータグラムを検出することができ、廃棄するマルチキャスト・データを容易に選別することができるという効果を奏する。

【0082】つぎの発明によれば、送信ホストより送信されるマルチキャストIPデータグラムにタイムスタンプ値を付加し、マルチキャスト・ルータが、上記した通信品質の検出結果によるマルチキャストの廃棄判断を、上記したタイムスタンプ値に示された送信時間に基づいておこなうので、一定以上の遅延時間を有して送信されたマルチキャストIPデータグラムを検出することができ、廃棄するマルチキャスト・データを容易に選別することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1にかかるマルチキャスト通信方法を説明するためのネットワーク構成を示す図である。

【図2】 実施の形態1にかかるマルチキャスト通信方法において、マルチキャスト・ルータに保持されるエントリ・テーブルを示した図である。

【図3】 実施の形態2にかかるマルチキャスト通信方法におけるマルチキャスト・データ転送フォーマットを示す図である。

【図4】 実施の形態2にかかるマルチキャスト通信方法におけるマルチキャスト・データ転送フォーマットの他の例を示す図である。

【図5】 実施の形態3にかかるマルチキャスト通信方法による通信のながれを説明するための説明図である。

【図6】 実施の形態3にかかるマルチキャスト通信方法において、マルチキャスト用の拡張データを持つレジストレーション・メッセージのフォーマットを示す図であ

る。

【図 7】 実施の形態 4 にかかるマルチキャスト通信方法による通信のながれを説明するための説明図である。

【図8】 実施の形態5にかかるマルチキャスト通信方法において、上記した通信品質の情報の検出に基づく通信処理を示したフローチャートである。

【図9】 実施の形態5にかかるマルチキャスト通信方法において、タイムスタンプ値のフィールドが設けられたマルチキャスト・データ転送フォーマットを示す図である。

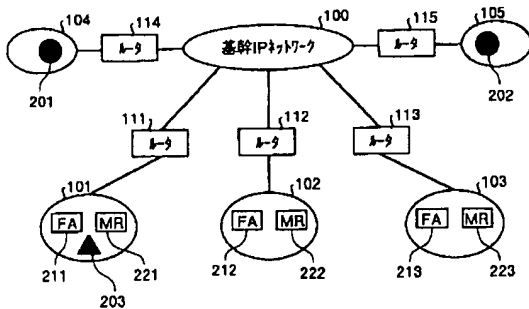
＊【図10】 従来におけるIPモビリティ・ネットワークの概略構成を示す図である。

【符号の説明】

100 基幹IPネットワーク、101~105 サブネットワーク、111~115 ルータ、201 ホーム・エージェント、202 送信ホスト、203 移動ホスト、211, 212, 213 フォーリン・エージェント、221, 222, 223 マルチキャスト・ルータ。

*10

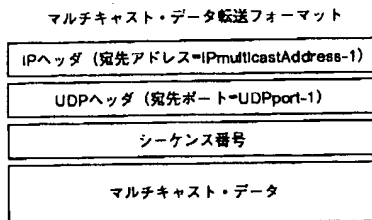
【図 1】



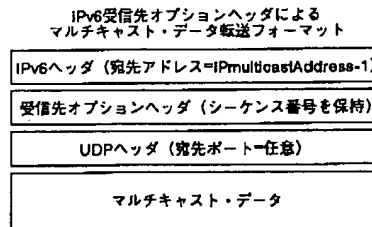
【図 2】

マルチキャストグループの識別子	登録ポート	属性
マルチキャストグループ PmulticastAddress-1	移動ポート203	リブーフ

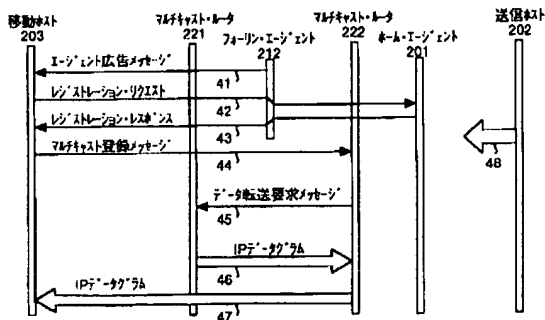
【図 3】



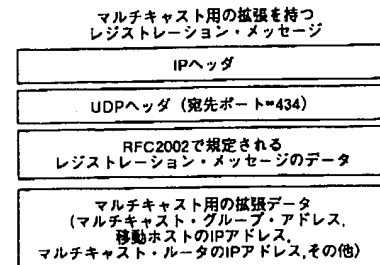
【圖 4】



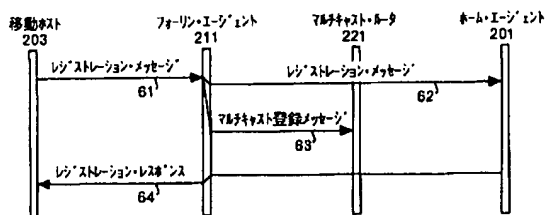
【図5】



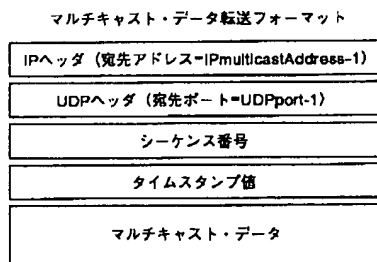
【図6】



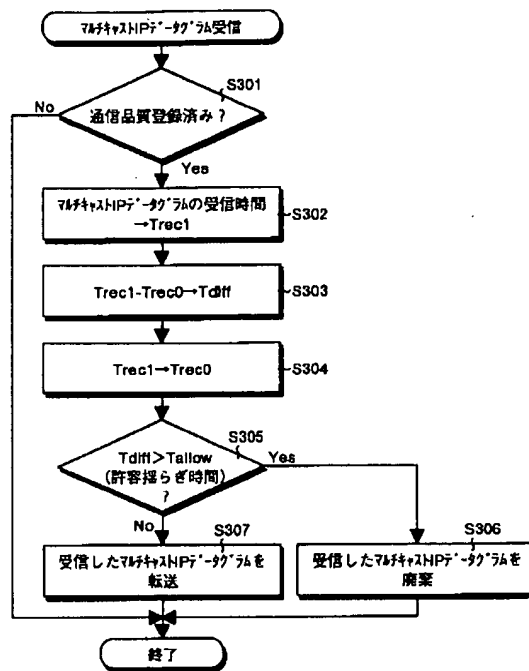
【図7】



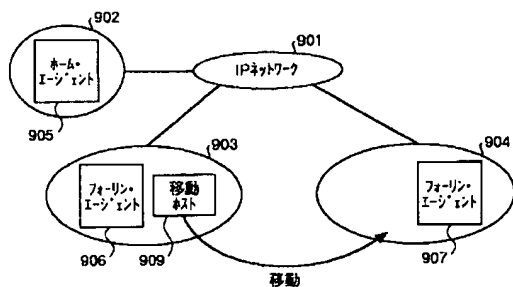
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K030 GA10 GA12 HA08 HC01 HC09
 HD03 HD05 HD09 JL01 JT02
 KA06 LA19 LB02 LB13 LD06
 MD08 MD10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.